

Магнитонаполненные гидрогели на основе полиакриламида

Михневич Е.А.¹

Научный руководитель: Сафронов А.П.², д.ф.-м.н., проф.

Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет

¹emikhnevich93@gmail.com; ²Alexander.Safronov@usu.ru

Гели полиакриламида (ПАА) широко применяются в технике, биоинженерии и медицине. Они являются биосовместимыми и могут быть использованы для протезирования мягких тканей, как носители лекарственных веществ, основа для создания сенсорных актуаторных устройств. Исследование композитов на основе полимерных матриц, наполненных порошкообразными магнитными материалами, является актуальным направлением современной науки и техники. Особый интерес представляет введение магнитных наполнителей в матрицу гидрогеля.

Целью данной работы являлся синтез и изучение набухания гидрогелей наполненных магнитными дисперсными материалами.

В качестве наполнителей были взяты микродисперсный феррит стронция ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$), образующийся в ходе твердофазного синтеза из оксида железа (Fe_2O_3) и оксида стронция (SrO) при температуре 1323 К, нанопорошки никеля в углеродной оболочке (NiC) и оксид железа (магнетит), полученные электрическим взрывом железной проволоки. Образцы нанопорошков были предоставлены институтом электрофизики УрО РАН. В качестве полимерной матрицы были использованы сополимеры акриламида. Базовой методикой синтеза была радикальная полимеризация в водном растворе акриламида концентрацией 1,6 М. Инициатором полимеризации служил персульфат аммония (ПСА). Температура полимеризации составляла 90 °С. Сшивание осуществлялось 2 способами: 1) добавлением метилendiакриламида (МДАА) в мольных соотношениях 1:50, 1:100, 1:200 к мономеру; 2) добавлением избытка ПСА в концентрации 40 мМ.

Содержание магнитного наполнителя варьировалось в весовом соотношении к мономеру от 0,2/1 до 4/1. При проведении синтеза было обнаружено что феррит стронция полимеризуется и образует гель. В то же время наночастицы NiC ингибируют процесс полимеризации. Поэтому в случае гелей наполненных NiC в систему вводили соинициатор, которым являлась соль Мора ($(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

Степени набухания для полученных гидрогелей определены гравиметрически по сухому остатку после высушивания до постоянной массы при 353 К. Было замечено, что при уменьшении степени сжатости степень набухания гелей увеличивается, причем гели, наполненные NiC увеличивают степень набухания в большей мере, чем гели без наполнителя. По мере увеличения количества наполнителей феррита стронция, NiC – степень набухания уменьшается.

Было исследовано изменение объема гидрогелей, наполненных ферритом стронция в магнитном поле. Приложение магнитного поля (365 мТл) вызывает уменьшение линейных размеров цилиндрического образца геля как в направлении поперек поля, так и в продольном направлении. То есть, происходит уменьшение объема геля в целом. Процесс уменьшения объема геля хорошо описывается функцией экспоненциального спада с характерным временем около 120 мин. Фактор анизотропии - отношение продольного размера геля к его поперечному размеру увеличивается по мере воздействия магнитного поля. То есть, на фоне общего сжатия геля, его анизотропия в аксиальном направлении возрастает.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ 14-19-00989.